



Исследования Установки И Контроль Геометрических Параметров Отражателей Гелиостатов

Т. У. Сафаров, Ш. Р. Саманкулов

Самаркандский архитектурно-строительный университет им. Мирза Улугбека кафедра «Геодезия
и картография»

Received 4th Mar 2023, Accepted 6th Apr 2023, Online 30th May 2023

Аннотация: На данной работе рассматриваются вопросы установки и контроль геометрических параметров отражающей поверхности гелиостатов, методами геодезических измерений, так же рассматриваются методы геодезической юстировки отдельных фацет гелиостата на юстировочном стенде.

Ключевые слова: деформация, гелиостат, фацет, осадка, эксплуатации, коллимация, корен, эксплуатация.

На солнечных электростанциях СЭС башенного типа наименее изученной и наиболее дорогостоящей частью являются гелиостаты. Гелиостаты СЭС представляют собой плоские или криволинейные зеркальные поверхности размером в несколько метров. Учитывая сложность качественного изготовления таких больших зеркал, проект предусматривает монтаж каждого гелиостата из отдельных сравнительно небольших зеркал – фацет. После монтажа каждого гелиостата производится его юстировка, чтобы придать общей отражающей поверхности форму близкую к плоскости или иной проектной поверхности.

Контроль за состоянием отражающих поверхностей гелиостатов и соответствующая юстировка необходимы и в процессе эксплуатации солнечных установок, так как под действием статических и динамических нагрузок возможно изменение взаимного положения фацет, что приводит к деформации отражающей поверхности гелиостата и вызывает снижение эффективности его работы.

Поэтому одной из самых массовых операции при монтаже и наладке основных элементов СЭС является юстировка и геодезический контроль зеркальной поверхности гелиостатов. Под юстировкой фацетных гелиостатов в данном случае понимают установку всех фацет гелиостата в положение, когда их нормали параллельны. Задача юстировки в значительной мере осложняется из-за большого числа юстируемых фацет и расположения их в наклонной или вертикальной плоскостях на расстоянии 0,5-5,5 м от уровня Земли. При таких больших объемах юстировочных работ уже на стадии проектирования разрабатывается оснастка для геометрической юстировки и геодезического контроля и специальная методика юстировки, зависящая от конкретной конструкции системы.

Известные методы юстировки фацетных гелиостатов можно условно разделить на следующие виды:

- уровенный
- угловой
- коллимационный и т.д.

Одним из способов юстировки, использующих геодезический метод, можно считать юстировку по уровню [1]. Процесс юстировки осуществляется двумя уровнями, установленными неподвижно на общем основании. Точность способа зависит, в основном, от чувствительности применяемых уровней.

К достоинствам этого способа относятся простота реализации процесса юстировки и независимость погрешности от количества юстируемых фацет. Однако существует и ряд недостатков способа: необходимость приведения гелиостата перед его юстировкой в горизонтальное положение, сложность отсчета показаний уровней для крупногабаритных гелиостатов. Опыт применения этого способа показал, что достигаемая точность юстировки характеризуется погрешностями $3' \div 5'$ [2].

Другой способ юстировки, относящийся также к геодезическому методу, основан на точном измерении углов, определяющих положение каждой фацеты гелиостата. Для осуществления этого метода необходимо выбрать два отчетливых ориентира, расположенных друг от друга на расстоянии 90° по азимуту. Юстировка проводится при горизонтальном положении гелиостата. Сначала с помощью уровня юстируют наиболее доступное зеркало. На отъюстированное зеркало устанавливают теодолит и наводят поочередно на ориентиры. Юстировка остальных зеркал выполняется последовательной установкой теодолита на каждое юстируемое зеркало и вращая регулирующие устройства зеркал, добываются совпадения отсчетов показаний каждого зеркала с показанием первого зеркала. Этот способ юстировки имеет высокую точность при использовании для наблюдений неподвижных ориентиров местности, удаленных примерно на 10 км, теоретически точность юстировки может достигать $2''$ [4]. Однако, на практике такая точность мало вероятна, так как только прогиб зеркала под весом установленного на нем прибора вызывает погрешность, превышающую эту величину. Способ не очень удобен, так как предполагает наличие неподвижных удаленных ориентиров при условии их видимости, связан с трудоемкими вычислениями углов, а также требует установки гелиостата в горизонтальное положение, что затрудняет производство отсчетов по теодолиту. Перечисленные недостатки делают способ практически не приемлимыми.

Весьма распространенными являются оптические методы юстировки зеркал. Самым простым из них является визуальный.

Суть этого метода заключается в том, что на стыках правильно отъюстированных плоских зеркал не должно быть изломов изображений прямой рейки, расположенной перед зеркалами. При юстировке зеркал их положение регулируется до тех пор пока полностью не исчезнут искривленные изображения рейки [5].

Известен также способ юстировки плоских фацетных гелиостатов при помощи нивелира и штангенрейсмаса [6]. Точность этого способа обусловлена точностью используемых оптического прибора и штангенрейсмаса, точностью применяемого метода контроля плоскости фацет, а также условиями, при которых проводится юстировка и штангенрейсмаса погрешность юстировки составляет $1'$.

Достоинство способа: достаточная точность юстировки, несложность необходимого оборудования и простота реализации. К недостаткам же следует отнести: необходимость предварительной установки гелиостата в горизонтальное положение, значительные затраты времени для юстировки крупногабаритных гелиостатов и зависимость процесса юстировки от времени, так как с повышением температуры увеличивается приборная погрешность, что ограничивают применение этого способа.

К оптическому методу также относится метод юстировки с коллимационными трубами и пентапризмами. Широко используется способ юстировки гелиостатов с помощью двух автоколлиматоров [3]. В случае минимальной неплоскостности facets он обеспечивают требуемую точность юстировки гелиостатов. Способ применим лишь для небольших гелиостатов, так как с увеличением их габаритов возрастает сложность и трудоемкость изготовления точных направляющих с размерами, соответствующими размерам гелиостата: необходима, точная совместная калибровка автоколлиматоров и соблюдение параллельности плоскостей гелиостата и направляющих. Эти сложности и недостатки затрудняют реализацию способа.

К наиболее совершенным методам юстировки гелиостатов относится автоколлимационный метод, при котором изображение сетки нитей автоколлимационного теодолита совмещается с его отражением от каждой из четырех facets первоначально выбранного блока. Способ не требует сложной аппаратуры. Юстировка осуществляется в рабочем положении гелиостата. Точность юстировки зависит от точности нахождения автоколлимационного изображения от точности изготовления (плоскостности) facets. Однако использование при юстировке последующих блоков в качестве опорной facets из предыдущего отъюстированного блока приводит к накоплению погрешностей с увеличением числа, юстируемых facets. При юстировке крупногабаритных гелиостатов реализация метода связана с техническими и организационными трудностями, вызываемыми необходимостью перемещения автоколлимационного теодолита перед юстируемым зеркалом.

Широко используется при юстировке гелиостатов в рабочем положении также метод, основанный на принципе на авторефлексии, заключающийся в совмещении нормалей к поверхностям зеркальных facets с оптической осью визирного устройства, снабженного авторефлексионной маркой.

Применяют две схемы использования авторефлексного метода для юстировки гелиостатов:

1. Визирное устройство (например, теодолит с авторефлексионной маркой) последовательно устанавливают и ориентируют непосредственно перед каждой facet гелиостата.
2. Визирное устройство, снабженное в авторефлексионным экраном с визирными целями по числу юстируемых facets, устанавливают и ориентируют один раз перед центральной facet гелиостата, а остальные facets юстируют по положениям изображений соответствующих визирных целей экрана относительно сетки нитей визирного устройство.

Обе схемы юстировки гелиостата полностью удовлетворяют требованиям точности юстировки гелиостатов.

К преимуществам первой схемы относятся компактность авторефлексионной марки, возможность выполнения юстировки в рабочем положении гелиостата, а к недостаткам необходимость перемещений теодолита перед каждой юстируемой facet и ориентации его визирной оси параллельно принятому направлению; довольно значительное наименьшее расстояние визирования (для зрительных труб современных теодолитов и нивелиров - не менее 1-2 м)

заставляет устанавливать визирное устройство на расстоянии от факеты, больше половины этой величины.

Достоинство второй схемы - простота, оперативность процесса и как в первой схеме, проведение юстировки в рабочем положении гелиостата. Однако необходимость изготовления авторефлексионного экрана, размера которого зависят от расстояния между визирным устройством и гелиостатом, а также от поля зрения зрительной трубы этого устройства, не позволяет использовать эту схему для юстировки больших гелиостатов с одной установки.

Юстировка факетных гелиостатов осуществляется также с помощью автоколлиматора (или источника коллимированного светового пучка) и пентапризмы. При этом способе пентапризма одной из граней размещается на зеркале и передвигается по нему. Отклонение отраженного пучка указывает на необходимость юстировки данного зеркала. Гелиостат может занимать любое положение. Основным недостатком способа является необходимость механического контакта измерительного приспособления с исследуемой поверхностью.

При юстировке гелиостатов методом наложения изображения Солнца, отраженного юстируемым гелиостатом, на удаленном экране, на котором нанесена сетка с размером ячеек соответствующими размером зеркал гелиостата. Изображения источника света, отраженным каждым зеркалом, должны перекрываться на границах ячеек по одну и ту же величину. Анализ показывает, что погрешность юстировки по этому методу составляет 6-8 '. Реализация метода не требует больших затрат времени, но как видим, он менее точен, чем описанные ранее. Кроме того, применение этого метода ограничивается из-за того, что ориентиром является само Солнце, движение которого в значительной мере затрудняет процесс юстировки. Для преодоления этой трудности наэкрана всегда должна быть контрольное изображение, получаемое от одного из уже юстированных зеркал гелиостатов.

Выполненный анализ показывает, что все перечисленные методы контроля и юстировки плоских факет и гелиостатов обеспечивают контроль положения с требуемой точностью.

Вопрос контроля и юстировки отражающей поверхности гелиостатов, несмотря на его значимость для создания и эксплуатации гелиотехнических установок, до сих пор не имеет специальных решений. Для контроля и юстировки гелиостатов используются, главным образом, оптические методы, разработанные для юстировки небольших оптических систем. Применение таких методов для систем, эксплуатируемых в открытой атмосфере с апертурами в нескольких десятках метров, часто с неоптической поверхностью, приводит к излишнему запасу точности и крайне низкой производительности. Можно использовать также проекционное наложение изображения источника света на фокальную плоскость. Проекционный метод на первый взгляд кажется наиболее пригодным для юстировки гелиостатов. Однако, он приводит к длительной остановке системы и дает только качественную, а не количественную характеристику положения каждой факеты в гелиостате.

Литература:

1. Брайт П.И., Меднецкий Е.Н. Измерения осадок и деформаций и сооружений. М.Недра 1985г.
2. Гельфандбейн А.М., Геллис Л.А. Неравномерные вертикальные и горизонтальные деформации просадочных грунтов. Киев, Будивельник, 1987г.
3. Askarovich, K. Z., Mardonovich, P. I., Samankulov, S. R., & Ogli, B. A. Z. (2021). THEME: DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY CREATION OF DIGITAL TOPOGRAPHIC PLANS OF TERRAIN INCLINATION. ResearchJet Journal of Analysis and Inventions, 2(05), 202- 207.

4. Usmanovich, S. T., Rashitovich, S. S., & Adkhamovich, B. U. (2022). It is Currently Modern in the Field of Geodesy Application of Levels. *EUROPEAN JOURNAL OF INNOVATION IN NONFORMAL EDUCATION*, 2(4), 193-197.
5. Usmanovich, S. T., Rashitovich, S. S., & Adkhamovich, B. U. (2022). SURFACE CONTROL OF HELIOSTATS. *Gospodarka i Innowacje*, 22, 355-357.
5. Mullodjanova, G. (2023). REALITY OF THE RESULTS OF ANGULAR MEASUREMENTS WITH GEODETIC INSTRUMENTS DURING THE DAY IN THE CONDITIONS OF UZBEKISTAN. *Journal of Engineering and Technology*.
6. SAFAROV, T., UROKOV, O., & SAMANKULOV, S. R. (2020). Studies Of Axes Of Hyeliostat Rotary Turning Devices. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 7(05), 144-145.
7. Samankulov, S. R., & Nomozov, A. (2019). The role of modern laser scanners in the geodetic detectionand planning of underground utilities. In *Bridge to science: research works* (pp. 201-205).
8. Мирзаев, А. А., Обидова, Д. Д., & Михеев, Д. О. (2020). Метрологический контроль электронных тахеометров на эталонном геодезическом базисе. *журнал агро процессинг*, (special issue).
9. Usmanovich, S. T., Rashitovich, S. S., & Adkhamovich, B. U. (2022). SURFACE CONTROL OF HELIOSTATS. *Gospodarka i Innowacje*, 22, 355-357.
10. Suyunov, A. S., & Karjavov, Z. K. (2022). The Main Ways to Ensure the Sustainability of the Financial Position of Contracting Construction Organizations in Uzbekistan. *European Journal of Life Safety and Stability* (2660-9630), 97-102.
11. Mirzaev, A. A., Suyunov, S. A., Urakov, O. A., & Mullazhanova, G. M. (2023). STUDY OF REFERENCE GEODETIC POLYGONS IN STANDARDIZATION AND METROLOGICAL SUPPORT OF GNSS DEVICES. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 11(3), 389-394..
12. Mardonovich, P. I., Davronzoda, O. D., & Oglu, K. M. M. Update of agricultural electronic digital maps. *international journal of innovations in engineering research and technology*, 7(4), 1-3
13. Mirzaev, A. A., Suyunov, S. A., Urakov, O. A., & Mullazhanova, G. M. (2023). STUDY OF REFERENCE GEODETIC POLYGONS IN STANDARDIZATION AND METROLOGICAL SUPPORT OF GNSS DEVICES. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 11(3), 389-394.
14. Usmanovich, S. T., Rashitovich, S. S., & Adkhamovich, B. U. (2022). It is Currently Modern in the Field of Geodesy Application of Levels. *EUROPEAN JOURNAL OF INNOVATION IN NONFORMAL EDUCATION*, 2(4), 193-197.
15. Сафаров, Т. У., Саманкулов, Ш. Р., Худайкулов, Ш. Ш., & Бердикулов, У. А. Методика Юстировки Много Фацетных Гелиостатов.